

34# Priority Paper

P20920.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :M. SHIRAYANAGI et al.

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :MANUFACTURING METHOD AND SUPPLYING METHOD OF SPECTACLE
LENSES


CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2000-203590, filed July 5, 2000. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
M. SHIRAYANAGI et al.

 Reg. No. 33,329
Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027

July 2, 2001
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1941 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC979 U.S. PTO
09/895386
07/02/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 7月 5日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-203590

出 願 人

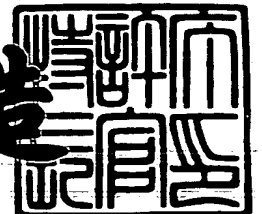
Applicant(s):

旭光学工業株式会社

2001年 4月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3033437

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP00175

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02C 7/02
G02B 3/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式
会社内

【氏名】 白柳 守康

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式
会社内

【氏名】 小原 佳巳

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100098235

【弁理士】

【氏名又は名称】 金井 英幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062606

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9812486

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 眼鏡レンズの製造方法および供給方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外側、内側の一对の屈折面を有する少なくとも一方の面が非球面である眼鏡レンズの製造方法において、

予め定められた複数の頂点屈折力のそれぞれについて、ベースカーブが互いに異なる複数種類の半完成の被加工レンズを用意し、

光学性能および外観のウェイト付けに基づいて所望の頂点屈折力に応じた複数種類の被加工レンズから単一の種類を選択し、

選択された被加工レンズの内面を眼鏡レンズの仕様に基づいて加工して完成レンズを得ることを特徴とする眼鏡レンズの製造方法。

【請求項 2】 前記頂点屈折力のそれぞれについて、ベースカーブが互いに異なる 3 種類以上の被加工レンズが用意されていることを特徴とする請求項 1 に記載の眼鏡レンズの製造方法。

【請求項 3】 前記完成レンズの光軸からの距離 h (単位: mm) の点における光軸を含む断面に沿った外面および内面の面屈折力を $D1m(h)$ 、 $D2m(h)$ 、面屈折力変化を $\Delta D1m(h) = D1m(h) - D1m(0)$ 、 $\Delta D2m(h) = D2m(h) - D2m(0)$ とし (単位: Dptr)、同一頂点屈折力について用意されたベースカーブが異なる被加工レンズを加工して得られる複数の前記完成レンズのうち、任意の 1 つの面屈折力、面屈折力変化を添字 i で示し、他の任意の 1 つの面屈折力、面屈折力変化を添字 j で示すとすると、 $D1m(0)_i < D1m(0)_j$ となるベースカーブに対して、 $SPH < 0$ 、 $CYL \leq 0$ の場合には以下の条件 (1)、

$$\Delta D1m(15)_i + \Delta D2m(15)_i > \Delta D1m(15)_j + \Delta D2m(15)_j \quad \cdots (1)$$

を満たし、 $SPH > 0$ 、 $CYL \geq 0$ の場合には、以下の条件 (2)、

$$\Delta D1m(15)_i + \Delta D2m(15)_i < \Delta D1m(15)_j + \Delta D2m(15)_j \quad \cdots (2)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の眼鏡レンズの製造方法。

【請求項 4】 前記完成レンズは、外面が回転対称な非球面であり、内面が球面またはトーリック面であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の眼鏡レンズの製造方法。

【請求項 5】 前記完成レンズは、外面が球面またはトーリック面であり、内面が回転対称な非球面であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の眼鏡レンズの製造方法。

【請求項 6】 前記完成レンズは、外面、内面が共に非球面であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の眼鏡レンズの製造方法。

【請求項 7】 同一の頂点屈折力について用意されたベースカーブが異なる被加工レンズを加工して得られる複数の前記完成レンズは、その平均屈折力誤差および非点収差が視角 30° 以内において近似的に等しいことを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の眼鏡レンズの製造方法。

【請求項 8】 同一の頂点屈折力について用意されたベースカーブが異なる被加工レンズを加工して得られる複数の前記完成レンズは、その平均屈折力誤差および非点収差の差異が視角 30° 以内において 0.1 Dptr 以下であることを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の眼鏡レンズの製造方法。

【請求項 9】 異なる頂点屈折力について用意された複数の前記被加工レンズには、ベースカーブが少なくとも近似的に等しい組み合わせを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の眼鏡レンズの製造方法。

【請求項 10】 異なる頂点屈折力について用意された複数の前記被加工レンズには、ベースカーブの差異が 0.2 Dptr 以下となる組み合わせを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の眼鏡レンズの製造方法。

【請求項 11】 外側、内側の一对の屈折面を有する少なくとも一方の面が非球面である眼鏡レンズの製造方法において、

眼鏡レンズの頂点屈折力の範囲を複数の区分に分割し、各区分についてベースカーブが互いに異なる複数種類の半完成の被加工レンズを用意し、

眼鏡レンズの仕様に基づいて該当する前記区分を特定し、

光学性能および外観のウェイト付けに基づいて当該区分に含まれる複数種類の被加工レンズから単一の種類を選択し、

前記仕様に基づいて選択された被加工レンズの内面を加工して完成レンズを得ることを特徴とする眼鏡レンズの製造方法。

【請求項 12】 外面・内面の一对の屈折面を有する、少なくとも一方の面

が非球面である眼鏡レンズの供給方法において、

同一の頂点屈折力について、ベースカーブが互いに異なり、平均屈折力誤差および非点収差が視角 30° 以内において近似的に等しい複数種類の完成レンズの候補のなかから、装用者の光学性能および外観のウェイト付けに基づいて最適なものを選択することを特徴とする眼鏡レンズの供給方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、視力補正用眼鏡レンズの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

眼鏡レンズは、使用者毎に異なる仕様に基づいて受注生産される。また、受注から納品までの時間を短縮するため、一般には外面のみが加工された半完成の被加工レンズ(セミ品、セミフィニッシュレンズ)をストックしておき、仕様に基づいて内面を加工して完成品の眼鏡レンズを得るようにしている。被加工レンズは、眼鏡レンズの頂点屈折力の範囲を10段階程度に分割した区分毎に用意される。したがって、頂点屈折力が異なる眼鏡レンズであっても、それらが同一区分に含まれる場合には、外面形状は同一となる。

【0003】

一方、完成品の眼鏡レンズとしては、外側、内側の一方に非球面を用いたレンズが多く用いられている。非球面を利用すると、両面が球面である場合と比較して、一定の屈折力を得るためのレンズのカーブを浅くし、最大厚を薄くすることが可能である。このような非球面眼鏡レンズを製造するため、従来の被加工レンズは、外面が非球面として加工されており、受注に応じて内面を球面、あるいはトーリック面に加工している。

【0004】

図27に頂点屈折力の区分の例を示す。図中、(A)はマイナス度数範囲、(B)はプラス度数範囲、(C)はミックス度数範囲を示している。眼鏡レンズの頂点屈折力(球面屈折力SPHおよび円柱屈折力CYL)の範囲は、I～IXの9段階の区分に分割

される。これらの区分毎に 1 種類の被加工レンズが用意される。区分と被加工レンズのベースカーブ(外面屈折力)との対応は以下の表 1 および図 2 8 に示すとおりである。

【 0 0 0 5 】

【表 1】

区分	ベースカーブ
I	0.50
II	1.25
III	2.00
IV	3.00
V	4.00
VI	5.00
VII	6.00
VIII	7.00
IX	8.00

【 0 0 0 6 】

非球面を利用した眼鏡レンズは、上述のようにベースカーブを浅くしてレンズ厚を小さくすることができる反面、周辺部での像のゆがみが大きく、かつ、レンズが正規の位置からずれた場合の性能劣化が球面レンズより大きいという難点がある。一般に、平均屈折力誤差や非点収差が良好に補正された眼鏡レンズでは、ベースカーブが浅くなるほど歪曲収差が大きくなる傾向がある。すなわち、ベースカーブを浅くして軽量化を進めるほど周辺部の光学性能は劣化する傾向がある。ただし、歪曲収差に対する許容量には個人差があり、非常に浅いベースカーブの非球面レンズを装用しても違和感を感じない人がいる一方、違和感を感じて装用に耐えない人もいる。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の製造方法では、使用者の光学性能、外観に対するウェイト付けといった嗜好の問題、および使用者の歪曲収差に対する許容量と

いった適応性の問題を考慮することなく、頂点屈折力のみに基づいてベースカーブが決定されており、このベースカーブを持つ眼鏡レンズの光学性能に満足できない場合には、ベースカーブが深く重たい球面レンズを選択せざるを得ず、使用者の嗜好や適応性に合わせた最適なレンズの供給が困難であるという問題がある。

【0008】

また、左右の眼鏡レンズの頂点屈折力が同一区分に含まれない場合には、左右の眼鏡レンズのベースカーブが異なることになり、左右がアンバランスとなって眼鏡の外観、見栄えが悪くなるという問題がある。なお、各被加工レンズは当該区分の頂点屈折力に対して性能が良好となるよう外面の形状が定められているため、外観を揃えるために異なる区分の被加工レンズを利用すると、光学性能が著しく劣化して使用に耐えなくなる。

【0009】

この発明は、上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、使用者の嗜好や適応性に合わせた設計が可能であり、かつ、左右の眼鏡レンズの頂点屈折力が同一区分に含まれない場合にも外観を良好に保つことができる眼鏡レンズの製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

この発明にかかる眼鏡レンズの製造方法は、上記の目的を達成させるため、予め定められた複数の頂点屈折力のそれぞれについて、ベースカーブが互いに異なる複数種類の半完成の被加工レンズを用意し、光学性能および外観のウェイト付けに基づいて所望の頂点屈折力に応じた複数種類の被加工レンズから単一の種類を選択し、選択された被加工レンズの内面を眼鏡レンズの仕様に基づいて加工して完成レンズを得ることを特徴とする。

【0011】

上記の方法によれば、使用者は自己の嗜好や適応性に合わせてベースカーブを選択することができるため、使用者の要求に近い眼鏡レンズを製造することができる。また、左右の眼鏡レンズの頂点屈折力が互いに異なる場合にも、異なる頂

点屈折力について互いに近似するベースカーブを選択することにより、性能の劣化を抑えつつ、左右の外観を揃えることができる。

【 0 0 1 2 】

上記の選択が適切になされるために、各頂点屈折力についてベースカーブが互いに異なる 3 種類以上の被加工レンズが用意されていることが望ましい。

【 0 0 1 3 】

また、同一の頂点屈折力に対して割り当てられた異なるベースカーブのいずれを用いても良好な光学性能(平均屈折力誤差および非点収差)を得るため、以下に示すような非球面の変化量を持つことが望ましい。すなわち、完成レンズの光軸からの距離 h (単位: mm)の点における外面および内面の光軸を含む断面に沿った面屈折力を $D1m(h)$ 、 $D2m(h)$ 、面屈折力変化を $\Delta D1m(h)=D1m(h)-D1m(0)$ 、 $\Delta D2m(h)=D2m(h)-D2m(0)$ とし(単位: Dptr)、同一頂点屈折力について用意されたベースカーブが異なる被加工レンズを加工して得られる複数の完成レンズのうち、任意の 1 つの面屈折力、面屈折力変化を添字 i で示し、他の任意の 1 つの面屈折力、面屈折力変化を添字 j で示すとする、 $D1m(0)_i < D1m(0)_j$ となるベースカーブに対して、マイナスレンズ($SPH < 0$ 、 $CYL \leq 0$)の場合には、以下の条件(1)、

$$\Delta D1m(15)_i + \Delta D2m(15)_i > \Delta D1m(15)_j + \Delta D2m(15)_j \quad \cdots (1)$$

を満たし、プラスレンズ($SPH > 0$ 、 $CYL \geq 0$)の場合には、以下の条件(2)、

$$\Delta D1m(15)_i + \Delta D2m(15)_i < \Delta D1m(15)_j + \Delta D2m(15)_j \quad \cdots (2)$$

を満たすことが望ましい。

【 0 0 1 4 】

完成レンズの外面は、回転対称な非球面、非トーリック面、球面またはトーリック面とすることができ、内面は回転対称な非球面、非トーリック面、球面またはトーリック面とすることができる。非トーリック面は、直交する主経線方向の近軸曲率が異なり、断面形状が円弧でなく非円弧として定義されるアナモフィック非球面である。ただし、一方の面を球面またはトーリック面とする場合には、他方の面は非球面または非トーリック面とする。

【 0 0 1 5 】

また、同一の頂点屈折力について用意されたベースカーブが異なる被加工レン

ズを加工して得られる複数の完成レンズは、その平均屈折力誤差および非点収差が視角 30° 以内において近似的に等しく、好ましくはその差異が 0.1Dptr 以下であることが望ましい。

【0016】

さらに、異なる頂点屈折力について用意された複数の被加工レンズには、ベースカーブが等しく、あるいは近似的に等しく、好ましくはその差異が 0.2Dptr 以下となる組み合わせを含むことが望ましい。

【0017】

この発明にかかる眼鏡レンズの製造方法の他の態様は、眼鏡レンズの頂点屈折力の範囲を複数の区分に分割し、各区分についてベースカーブが互いに異なる複数種類の半完成の被加工レンズを用意し、眼鏡レンズの仕様に基づいて該当する区分を特定し、光学性能および外観のウェイト付けに基づいて当該区分に含まれる複数種類の被加工レンズから単一の種類を選択し、仕様に基づいて選択された被加工レンズの内面を加工して完成品の眼鏡レンズを得ることを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、この発明にかかる眼鏡レンズの製造方法の実施形態を説明する。まず、図1に基づいて概要を説明した後、この設計方法による具体的な設計例を示す。

【0019】

図1(A)は、実施形態の製造方法を実現するための製造システムの概略を示すブロック図、図1(B)は、製造方法の概略を示すフローチャートである。図1(A)に示されるように、眼鏡レンズの製造システム10は、後述するプログラムがインストールされたコンピュータ11と、コンピュータに情報を入力するキーボード等の入力装置12と、コンピュータ11に接続されたCRT等の表示装置13と、コンピュータ11により制御される非球面加工機14とから構成されている。

【0020】

顧客から眼鏡の注文が入ると、製造工場では図1(B)の各ステップにしたがって眼鏡レンズを製造する。まず、オペレータは、眼鏡レンズの仕様を入力装置1

2 からコンピュータ 1 1 に入力する(ステップ S1)。仕様は、眼鏡レンズの頂点屈折力(球面屈折力 SPH、乱視矯正のための円柱屈折力 CLY)、製品種別を含む。データの入力は、眼鏡店に置かれたコンピュータ端末で行われ、コンピュータネットワークを介して製造システムに伝えられてもよい。

【 0 0 2 1 】

コンピュータ 1 1 は、仕様に基づいて区分を確定し(ステップ S2)、この区分に応じたベースカーブが互いに異なる複数の被加工レンズをリストアップして表示装置 1 3 に表示する(ステップ S3)。実施形態では、眼鏡レンズの頂点屈折力の範囲が複数の区分に分割されており、各区分についてベースカーブが異なる被加工レンズが複数種類用意されるが、このような区分を設定せずに、各頂点屈折力毎にベースカーブが異なる複数種類の被加工レンズを用意してもよい。頂点屈折力の範囲は、例えば図 2 7 に示すように I ~ IX の 9 種類の区分に分割されており、各区分についてベースカーブが互いに異なる複数種類の半完成の被加工レンズが用意されている。後述の実施例では、各区分について 4 種類、あるいは 3 種類のベースカーブが選択可能である。

【 0 0 2 2 】

前述したように、ベースカーブが浅いほどレンズ厚を小さくして軽量化することが可能であるが、特に周辺部の光学性能はベースカーブが深い方が良好である。そこで、ステップ S4 では、使用者の嗜好や適応性に合わせて光学性能および外観のウェイト付けをし、これらのバランスが最も適合するベースカーブを選択する。具体的には、周辺部の光学性能をある程度犠牲にしても薄くて軽量の眼鏡が欲しい場合には、ベースカーブが最も浅い被加工レンズを選択する。反対に、軽量化よりも光学性能の方を重視する場合には、ベースカーブが深い被加工レンズを選択する。

【 0 0 2 3 】

ベースカーブが選択されると、コンピュータ 1 1 は計算プログラムにより、仕様と選択されたベースカーブとに基づいて眼鏡レンズの内面の形状データを求める(ステップ S5)。計算プログラムは、ステップ S4 で選択されたベースカーブを前提に、要求される頂点屈折力が得られ、かつ、光学性能が最適となる面形状を求

める処理であり、減衰最小二乗法等の公知の最適化アルゴリズムを利用している。

【 0 0 2 4 】

一方、オペレータは、選択されたベースカーブを持つ被加工レンズを非球面加工機 1 4 にセットする。被加工レンズのセット後、オペレータが所定の開始指令を入力装置 1 2 から入力すると、コンピュータ 1 1 は計算により求められた形状データに基づいて非球面加工機 1 4 を制御し、被加工レンズの内面を加工(研削)する(ステップ S6)。これにより、使用者の嗜好や適応性に合わせた眼鏡レンズの製造が可能となる。

次に、上記実施形態の製造方法に利用される被加工レンズのレンズ系列とそれらを用いた完成品のレンズ系列について 3 つの実施例を説明する。

【 0 0 2 5 】

【実施例 1】

実施例 1 においては、各完成レンズの屈折率は 1.6、外径は $\phi 70\text{mm}$ 、最小肉厚(マイナスレンズの中心厚、プラスレンズの縁厚)は 1.0mm であり、外面が回転対称な非球面、内面が球面またはトーリック面として加工される。実施例 1 では、各区分についてベースカーブが互いに異なる 4 種類の被加工レンズが用意されている。図 2 は、球面屈折力 SPH の区分と用意されている被加工レンズのベースカーブ Dm1 との関係を示すグラフである。頂点屈折力と区分との関係は図 2 7 に示す従来例と同様である。

【 0 0 2 6 】

以下、各区分内で最もベースカーブが小さい被加工レンズのグループを A 系列、2 番目に小さいグループを B 系列、3 番目に小さいグループを C 系列、そしてベースカーブが最も大きい被加工レンズのグループを D 系列とする。以下の表 2 に各系列の被加工レンズのベースカーブの数値を示す。例えば区分 II (SPH-5.25 ~ -7.00 CYL 0.00 ~ -2.00) におけるベースカーブは、A 系列は 0.50、B 系列は 1.25、C 系列は 2.00、D 系列は 3.00 Dptr となっている。

【 0 0 2 7 】

【表 2】

区分	ベースカーブ			
	A系列	B系列	C系列	D系列
I	0.00	0.50	1.25	2.00
II	0.50	1.25	2.00	3.00
III	1.25	2.00	3.00	4.00
IV	2.00	3.00	4.00	5.00
V	3.00	4.00	5.00	6.00
VI	4.00	5.00	6.00	7.00
VII	5.00	6.00	7.00	8.00
VIII	6.00	7.00	8.00	9.00
IX	7.00	8.00	9.00	10.00

【 0 0 2 8 】

いずれの区分においても、A系列の被加工レンズを利用すれば最も薄く軽量な眼鏡レンズを製造することができ、D系列を利用すれば最も光学性能に優れた眼鏡レンズを製造することができる。B、C系列は、これらの中間で、軽量化と良好な光学性能をある程度両立させつつ、軽量化に対するウェイトが勝る場合にはB系列、光学性能に対するウェイトが勝る場合にはC系列を選択すればよい。

【 0 0 2 9 】

また、実施例1では、ある区分のD系列のベースカーブが1つ上の区分(図2の右側、ローマ数字が大きくなる区分)のC系列の被加工レンズと等しくなり、C、B系列のベースカーブが1つ上の区分のB、A系列の被加工レンズとそれぞれ等しくなるように定められている。このような設定は、左右の眼鏡レンズの頂点屈折力が同一区分に含まれない場合に、例えばII区分のD系列のレンズと、IV区分のB系列のレンズとを用いることにより、ベースカーブを揃えて外観上のバランスを取る上で有利である。このためには、ある区分のある系列のベースカーブと、他の区分の他の系列の対応するベースカーブとの差異は0であることが望ましいが、実質的には0.2Dptr以下であれば外観上のバランスを崩すことはない。

【 0 0 3 0 】

次に、各系列の各区分の完成レンズの非球面形状について説明する。実施例 1 の完成レンズは、完成レンズの光軸からの距離 h (単位: mm) の点における外面および内面の光軸を含む断面に沿った面屈折力を $D1m(h)$ 、 $D2m(h)$ 、面屈折力変化を $\Delta D1m(h)=D1m(h)-D1m(0)$ 、 $\Delta D2m(h)=D2m(h)-D2m(0)$ とし (単位: Dptr)、同一頂点屈折力について用意された複数の被加工レンズを加工して得られる複数の完成レンズのうち、任意の 1 つの面屈折力、面屈折力変化を添字 i で示し、他の任意の 1 つの面屈折力、面屈折力変化を添字 j で示すとする、 $D1m(0)_i < D1m(0)_j$ となるベースカーブに対して、マイナスレンズ ($SPH < 0$ 、 $CYL \leq 0$) の場合には、以下の条件 (1)、

$$\Delta D1m(15)_i + \Delta D2m(15)_i > \Delta D1m(15)_j + \Delta D2m(15)_j \quad \dots (1)$$

を満たし、プラスレンズ ($SPH > 0$ 、 $CYL \geq 0$) の場合には、以下の条件 (2)、

$$\Delta D1m(15)_i + \Delta D2m(15)_i < \Delta D1m(15)_j + \Delta D2m(15)_j \quad \dots (2)$$

を満たす。

【 0 0 3 1 】

各系列、各区分の被加工レンズの外面の光軸を含む断面に沿った面屈折力 $D1m(h)$ は、図 3 に示されるように変化する。また、図 4 は、各区分に割り当てられた被加工レンズの外面の面屈折力の変化 $\Delta D1m(h)$ を示す。内面は球面またはトーリック面なので $\Delta D2m(h)=0$ である。図 4 から、マイナスレンズ (区分 I・II・III・IV) においては $D1m(0)_i < D1m(0)_j$ の時 $\Delta D1m(15)_i > \Delta D1m(15)_j$ が成り立っており、プラスレンズ (区分 VI・VII・VIII・IX) においては $D1m(0)_i < D1m(0)_j$ の時 $\Delta D1m(15)_i < \Delta D1m(15)_j$ が成り立っているのが分かる。すなわち、いずれの場合にも上記の条件 (1)、(2) を満足している。

【 0 0 3 2 】

区分 II に含まれる A, B, C, D の各系列の被加工レンズを用いて内面を加工して球面屈折力 $SPH=6.00$ の眼鏡レンズを製造した場合、完成レンズの断面形状は、図 5 に示すように系列により異なる。ベースカーブの浅いものほど縁厚が薄く、第 1 面の突出量も少なくなっており、A 系列が最も軽く、B 系列、C 系列、D 系列の順に重くなる。

【 0 0 3 3 】

これらの4種の完成レンズの視角VAに対する平均屈折力誤差APを図6に、非点収差ASを図7に示す。各グラフにおいて、実線は物体距離が無限大(∞)、破線は物体距離-300mmにおける性能を表している。このように同一区分に含まれる複数種類の被加工レンズを加工して完成品の眼鏡レンズを得た場合、その平均屈折力誤差および非点収差が視角30°以内において近似的に等しく、差異が0.1Dptr以下であることが望ましい。非球面の面屈折力変化の程度を図4に示したように系列によって変えることにより、ある頂点屈折力の眼鏡レンズをA、B、C、Dのどの系列の被加工レンズを用いて製造しても、同じ程度の光学性能(平均屈折力誤差および非点収差)を得ることができる。

【0034】

実施例1では、SPH-6.00の場合には図6および図7示されるように、視角30°以内での平均屈折力誤差APと非点収差ASの差異は0.1Dptr以下であり、系列によらず良く性能が揃っている。一方、視角50°における歪曲収差はA系列-37.0%、B系列-35.1%、C系列-33.2%、D系列-31.1%となっており、ベースカーブの深いものほど歪曲収差が小さくなっている。また、レンズが上方へ移動した時の視角30°方向での平均屈折力誤差変化の感度 $\Delta AP(30^\circ)/\Delta Y$ は、A系列-0.089、B系列-0.078、C系列-0.068、D系列-0.054 Dptr/mmであり、非点収差変化の感度 $\Delta AS(30^\circ)/\Delta Y$ はA系列-0.099、B系列-0.088、C系列-0.077、D系列-0.063 Dptr/mmであり、いずれもベースカーブの深いものほど性能変化感度が低くなっている。

【0035】

左右の眼鏡レンズの頂点屈折力が同一区分に含まれない場合、例えば右眼用SPH-4.00、左眼用SPH-8.00の眼鏡レンズを製造する場合、実施例1では右眼用はC系列(ベースカーブ1.25Dptr)、左眼用はA系列(ベースカーブ1.25Dptr)の被加工レンズを選択して加工する。図8は、加工後の右目用レンズ(R)、左目用レンズ(L)の断面形状を示し、図9、図10はそれぞれ平均屈折力誤差APおよび非点収差ASを示す。図8に示すように外観形状を描えるのみでなく、図9、図10に示すように光学性能をも描えることができる。

【0036】

【実施例 2】

実施例 2 においては、各完成レンズの屈折率は 1.6、外径は $\phi 70\text{mm}$ 、最小肉厚は 1.0mm であり、外面が球面、内面が回転対称な非球面または非トーリック面である。実施例 2 においても、各区分についてベースカーブが互いに異なる A, B, C, D の 4 系列の被加工レンズが用意されている。頂点屈折力と区分との関係は図 27 に示す従来例と同様であり、各系列のベースカーブの変化は図 2 に示した実施例 1 と同様である。

【0037】

外面には、A・B・C・D 各 4 系列の球面ベースカーブが割り当てられており、内面の回転対称非球面または非トーリック面は、それぞれの頂点屈折力に割り当てられた所定の 4 種類の球面ベースカーブに対して性能が最適になるように決められている。図 11 は、各系列、各区分の被加工レンズの内面を加工することにより、区分 I について頂点屈折力 SPH-8.00、II について -6.00、III について -4.00、IV について -2.00、V について 0.00、VI について +2.00、VII について +3.00、VIII について +4.00、IX について +5.00 の眼鏡レンズを製造したときの光軸を含む断面に沿った内面屈折力 $D2m(h)$ を系列毎に示すグラフである。

【0038】

また、図 12 は、各非球面の光軸を含む断面に沿った面屈折力の変化 $\Delta D2m(h)$ を示す。外面は球面なので $\Delta D1m(h)=0$ である。図 12 から、マイナスレンズ(区分 I・II・III・IV)においては $D1m(0)_i < D1m(0)_j$ の時 $\Delta D2m(15)_i > \Delta D2m(15)_j$ が成り立っており、プラスレンズ(区分 VI・VII・VIII・IX)においては $D1m(0)_i < D1m(0)_j$ の時 $\Delta D2m(15)_i < \Delta D2m(15)_j$ が成り立っているのが分かる。すなわち、いずれの場合にも実施例 1 において示した条件 (1), (2) を満足している。

【0039】

区分 VII に含まれる A, B, C, D の各系列の被加工レンズを用いて内面を加工して球面屈折力 SPH+3.00 の眼鏡レンズを製造した場合、完成した眼鏡レンズの断面形状は、図 13 に示すように系列により異なる。ベースカーブの浅いものほど中心厚が薄く、A 系列が最も軽く、B 系列、C 系列、D 系列の順に重くなる。

【0040】

これらの4種の眼鏡レンズの視角VAに対する平均屈折力誤差APを図14に、非点収差ASを図15に示す。各グラフにおいて、実線は物体距離が無限大(∞)、破線は物体距離-300mmにおける性能を表している。非球面の面屈折力変化の程度を図12に示したように系列によって変えることにより、ある頂点屈折力の眼鏡レンズをA、B、C、Dどの系列の被加工レンズを用いて製造しても、同じ程度の光学性能(平均屈折力誤差および非点収差)を得ることができる。

【0041】

実施例2では、SPH+3.00の場合には図14および図15示されるように、視角30°以内での平均屈折力誤差APと非点収差ASの差異は0.05Dptr以下であり、系列によらず良く性能が揃っている。一方、視角50°における歪曲収差は、A系列+14.7%、B系列+14.3%、C系列+14.0%、D系列+13.7%となっており、ベースカーブの深いものほど歪曲収差が小さくなっている。また、レンズが上方へ移動した時の視角30°方向での平均屈折力誤差変化の感度 $\Delta AP(30^\circ)/\Delta Y$ はA系列+0.056、B系列+0.046、C系列+0.036、D系列+0.026 Dptr/mmであり、非点収差変化の感度 $\Delta AS(30^\circ)/\Delta Y$ はA系列+0.055、B系列+0.045、C系列+0.034、D系列+0.024 Dptr/mmであり、いずれもベースカーブの深いものほど性能変化感度が低くなっている。

【0042】

眼鏡レンズの仕様に円柱屈折力CLYが含まれる場合には、内面は非トーリック面となり、光軸を含む断面に沿った面屈折力の変化 $\Delta D2m(h)$ も断面の方向によって異なる。ここで、図16に示すように、断面の方位角 θ を、レンズを外面側から見た場合の水平軸xに対する反時計回りの角度として定義する。例えば、SPH-4.00、CYL-2.00、AX180°の眼鏡レンズを区分IIIに含まれるA、B、C、Dの各系列の被加工レンズを利用して製造した場合の各方位角 θ の0°、30°、60°、90°に対する面屈折力 $D2m(h)$ の変化は、図17に示すとおりとなる。また、各断面に沿った面屈折力変化 $\Delta D2m(h)$ は図18に示すとおりとなる。各断面について $D1m(0)_i < D1m(0)_j$ の時 $\Delta D2m(15)_i > \Delta D2m(15)_j$ が成り立っているのが分かる。

【0043】

【実施例3】

実施例 3 においては、各完成レンズの屈折率は 1.67、外径は $\phi 70\text{mm}$ 、最小肉厚は 1.0mm であり、レンズの外面を回転対称な非球面、内面を回転対称な非球面または非トーリック面としている。実施例 3 では、各区分についてベースカーブが互いに異なる A、B、C の 3 系列の被加工レンズが用意されている。図 19 は、用意されている被加工レンズの球面屈折力 SPH とベースカーブ D1 との関係を示すグラフである。また、図 20 に実施例 3 の頂点屈折力の区分を示す。図中、(A) はマイナス度数範囲、(B) はプラス度数範囲、(C) はミックス度数範囲を示している。以下の表 3 に各系列の被加工レンズのベースカーブの数値を示す。

【 0 0 4 4 】

【表 2】

区分	ベースカーブ		
	A 系列	B 系列	C 系列
I	0.50	1.25	2.00
II	1.25	2.00	3.00
III	2.00	3.00	4.00
IV	3.00	4.00	5.00
V	4.00	5.00	6.00
VI	5.00	6.00	7.00

【 0 0 4 5 】

外面には、A・B・C 各 3 系列の非球面ベースカーブが割り当てられており、内面の非球面または非トーリック面は、それぞれの頂点屈折力に割り当てられた所定の 3 種類の非球面ベースカーブに対して性能が最適になるように決められている。図 21 に外面の非球面の光軸を含む断面に沿った面屈折力 D1m(h) を示す。実施例 3 では、全系列について共通の非球面を使っている。例えば、A 系列の区分 III、B 系列の区分 II、C 系列の区分 I の外面に使われる非球面は共通になっている。実施例 1 の外面非球面はベースカーブが同じでも非球面形状は異なっているのに対し、実施例 3 ではベースカーブのみでなく、非球面形状も同一である。このため、図 21 では区分ではなくベースカーブの値をグラフ中のラベルにしている。

【0046】

図22は、各系列、各区分の被加工レンズの内面を加工することにより、区分Iについて頂点屈折力SPH-6.00、IIについて-4.00、IIIについて-2.00、IVについて0.00、Vについて+2.00、VIについて+4.00の眼鏡レンズを製造したときの光軸を含む断面に沿った内面屈折力 $D2m(h)$ を系列毎に示すグラフである。

【0047】

また、図23は、各眼鏡レンズの外面と内面の面屈折力の変化の和 $\Delta D1m(h) + \Delta D2m(h)$ を示す。図23から、マイナスレンズ(区分I・II・III)においては $D1m(0)_i < D1m(0)_j$ の時 $\Delta D1m(15)_i + \Delta D2m(15)_i > \Delta D1m(15)_j + \Delta D2m(15)_j$ が成り立っており、プラスレンズ(区分V・VI)においては $D1m(0)_i < D1m(0)_j$ の時 $\Delta D1m(15)_i + \Delta D2m(15)_i < \Delta D1m(15)_j + \Delta D2m(15)_j$ が成り立っているのが分かる。すなわち、いずれの場合にも実施例1において示した条件(1),(2)を満足している。

【0048】

区分IIに含まれるA, B, Cの各系列の被加工レンズを用いて内面を加工して球面屈折力SPH-4.00の眼鏡レンズを製造した場合、完成した眼鏡レンズの断面形状は、図24に示すように系列により異なる。ベースカーブの浅いものほど縁厚が薄く、第1面の突出量も少なくなっており、A系列が最も軽く、B系列、C系列の順に重くなる。

【0049】

これらの3種の眼鏡レンズの視角VAに対する平均屈折力誤差APを図25に、非点収差ASを図26に示す。各グラフにおいて、実線は物体距離が無有限大(∞)、破線は物体距離-300mmにおける性能を表している。非球面の面屈折力変化の程度を図23に示したように系列によって変えることにより、ある頂点屈折力の眼鏡レンズをA, B, Cどの系列の被加工レンズを用いて製造しても、同じ程度の光学性能(平均屈折力誤差および非点収差)を得ることができる。

【0050】

実施例3では、SPH-4.00の場合には図25および図26示されるように、視角 30° 以内での平均屈折力誤差APと非点収差ASの差異は0.05Dptr以下であり、系列によらず良く性能が揃っている。一方、視角 50° における歪曲収差は、A系

列-23.8%、B系列-22.5%、C系列-21.0% となっており、順にベースカーブの深いものほど歪曲収差が小さくなっている。また、レンズが上方へ移動した時の視角 30° 方向での平均屈折力誤差変化の感度 $\Delta AP(30^\circ)/\Delta Y$ は A 系列-0.076、B 系列-0.068、C 系列-0.058 Dptr/mm であり、非点収差変化の感度 $\Delta AS(30^\circ)/\Delta Y$ は A 系列-0.083、B 系列-0.074、C 系列-0.064 Dptr/mm であり、いずれもベースカーブの深いものほど性能変化感度が低くなっている。

【0051】

なお、いずれかの系列中に両面が球面またはトーリック面から成るものが含まれてもよい。例えば、実施例 1 の図 4 や実施例 2 の図 12 に示されるように、弱度数の区分 V の全系列、および各区分のベースカーブの深い D または C の系列においては、屈折力の変化が小さいため、非球面を用いなくとも許容範囲の光学性能を確保できるからである。

【0052】

以上の実施形態においては、外面が予め加工された複数種類のセミ品の中から、受注に応じて最適なものを選択して、内面を加工して完成品を得る例についてのみ説明したが、受注頻度の高いものについてはベースカーブが異なる複数種類の完成レンズを予め用意しておき、その中から受注に応じて最適なものを選択して供給することもできる。このような供給方法も本発明の範囲に含まれる。

【0053】

【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明によれば、使用者の光学性能、外観に対するウェイト付けといった嗜好の問題、および使用者の歪曲収差に対する許容量といった適応性に応じて最適なレンズを製造することができる。また、左右の眼鏡レンズの頂点屈折力が異なる場合にも、ベースカーブを適宜選択することにより、光学性能の劣化を防ぎつつ、左右レンズの外観形状を揃えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 (A) は実施形態の眼鏡レンズの製造システムの概略を示すブロック図、(B) は製造方法の概略を示すフローチャート。

【図 2】 実施例 1 の被加工レンズのベースカーブの変化を示すグラフ

【図 3】 実施例 1 の 4 系列の被加工レンズの光軸を含む断面に沿った外面屈折力 $D1m(h)$ を示すグラフ。

【図 4】 図 3 の外面屈折力の変化 $\Delta D1m(h)$ を示すグラフ。

【図 5】 実施例 1 の 4 系列の被加工レンズを用いて製造した SPH-6.00 の眼鏡レンズの断面図。

【図 6】 図 5 に示す眼鏡レンズの平均屈折力誤差 AP を示すグラフ。

【図 7】 図 5 に示す眼鏡レンズの非点収差 AS を示すグラフ。

【図 8】 実施例 1 の被加工レンズを用いて外観を合わせるよう製造された左右の眼鏡レンズの断面図。

【図 9】 図 8 に示す眼鏡レンズの平均屈折力誤差 AP を示すグラフ。

【図 10】 図 8 に示す眼鏡レンズの非点収差 AS を示すグラフ。

【図 11】 実施例 2 の 4 系列の被加工レンズを用いて製造した眼鏡レンズの光軸を含む断面に沿った内面屈折力 $D2m(h)$ を示すグラフ。

【図 12】 図 11 の内面屈折力の変化 $\Delta D2m(h)$ を示すグラフ。

【図 13】 実施例 2 の 4 系列の被加工レンズを用いて製造した SPH+3.00 の眼鏡レンズの断面図。

【図 14】 図 13 に示す眼鏡レンズの平均屈折力誤差 AP を示すグラフ。

【図 15】 図 13 に示す眼鏡レンズの非点収差 AS を示すグラフ。

【図 16】 レンズの断面の方位角 θ の説明図。

【図 17】 実施例 2 の 4 系列の被加工レンズを用いて製造された SPH-4.00 CYL -2.00 AX180° の眼鏡レンズの光軸を含む 4 方向の断面に沿った内面屈折力 $D2m(h)$ を示すグラフ。

【図 18】 図 17 の眼鏡レンズの 4 方向の断面に沿った内面屈折力の変化 $\Delta D2m(h)$ を示すグラフ。

【図 19】 実施例 3 の被加工レンズのベースカーブの変化を示すグラフ。

【図 20】 実施例 3 により製造される眼鏡レンズのベースカーブ区分を示す図表。

【図 21】 実施例 3 の被加工レンズの光軸を含む断面に沿った外面屈折力 $D1m(h)$ を示すグラフ。

【図 2 2】 実施例 3 の 3 系列の被加工レンズを用いて製造した眼鏡レンズの内面屈折力 $D_{2m}(h)$ を示すグラフ。

【図 2 3】 図 2 1 の外面と図 2 2 の内面の面屈折力の変化の和 $\Delta D_{1m}(h) + \Delta D_{2m}(h)$ を示すグラフ。

【図 2 4】 実施例 3 の 3 系列の被加工レンズを用いて製造された SPH-4.00 の眼鏡レンズの断面図。

【図 2 5】 図 2 4 の眼鏡レンズの平均屈折力誤差 AP を示すグラフ。

【図 2 6】 図 2 4 の眼鏡レンズの非点収差 AS を示すグラフ。

【図 2 7】 従来の眼鏡レンズのベースカーブ区分を示す図表。

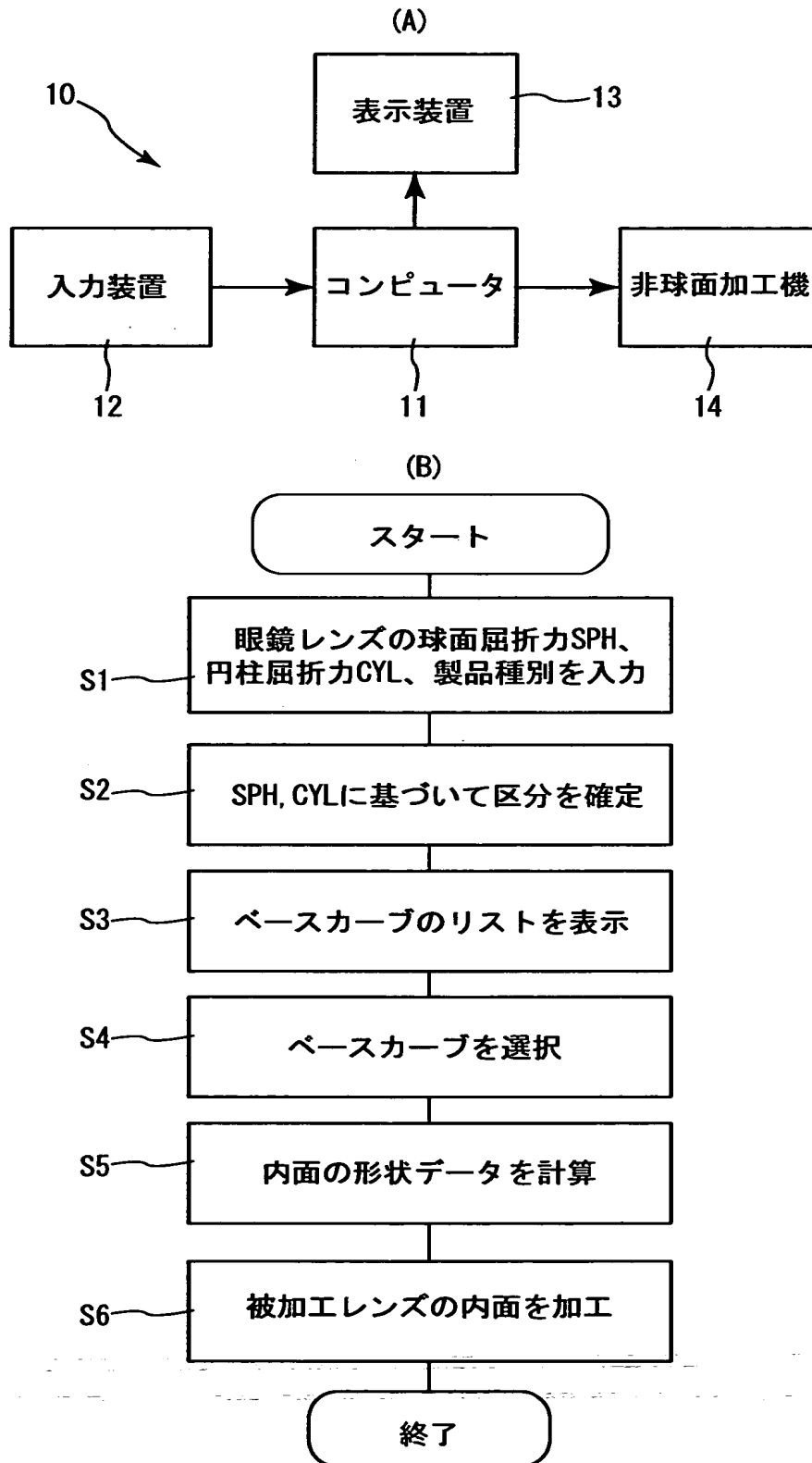
【図 2 8】 従来の被加工レンズのベースカーブの変化を示すグラフ。

【符号の説明】

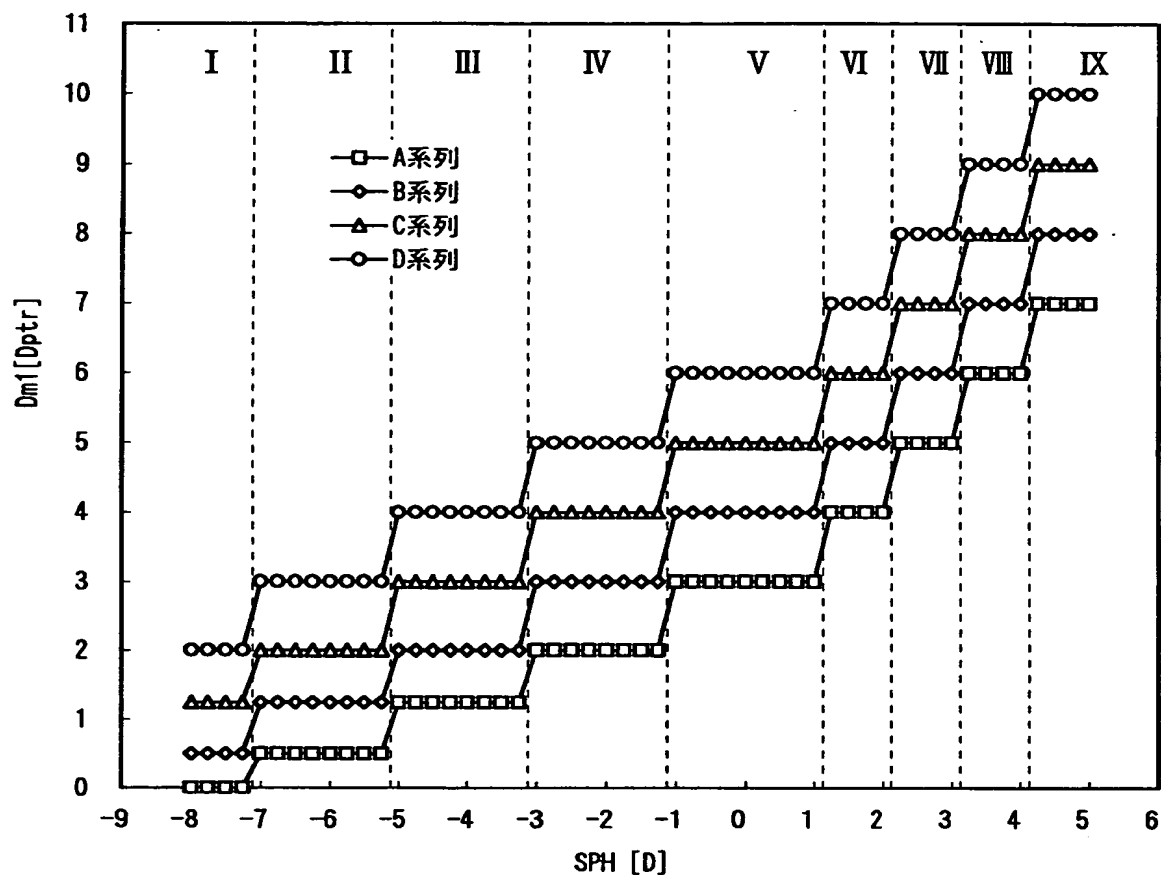
- 1 0 製造システム
- 1 1 コンピュータ
- 1 2 入力装置
- 1 3 表示装置
- 1 4 非球面加工機

【書類名】 図面

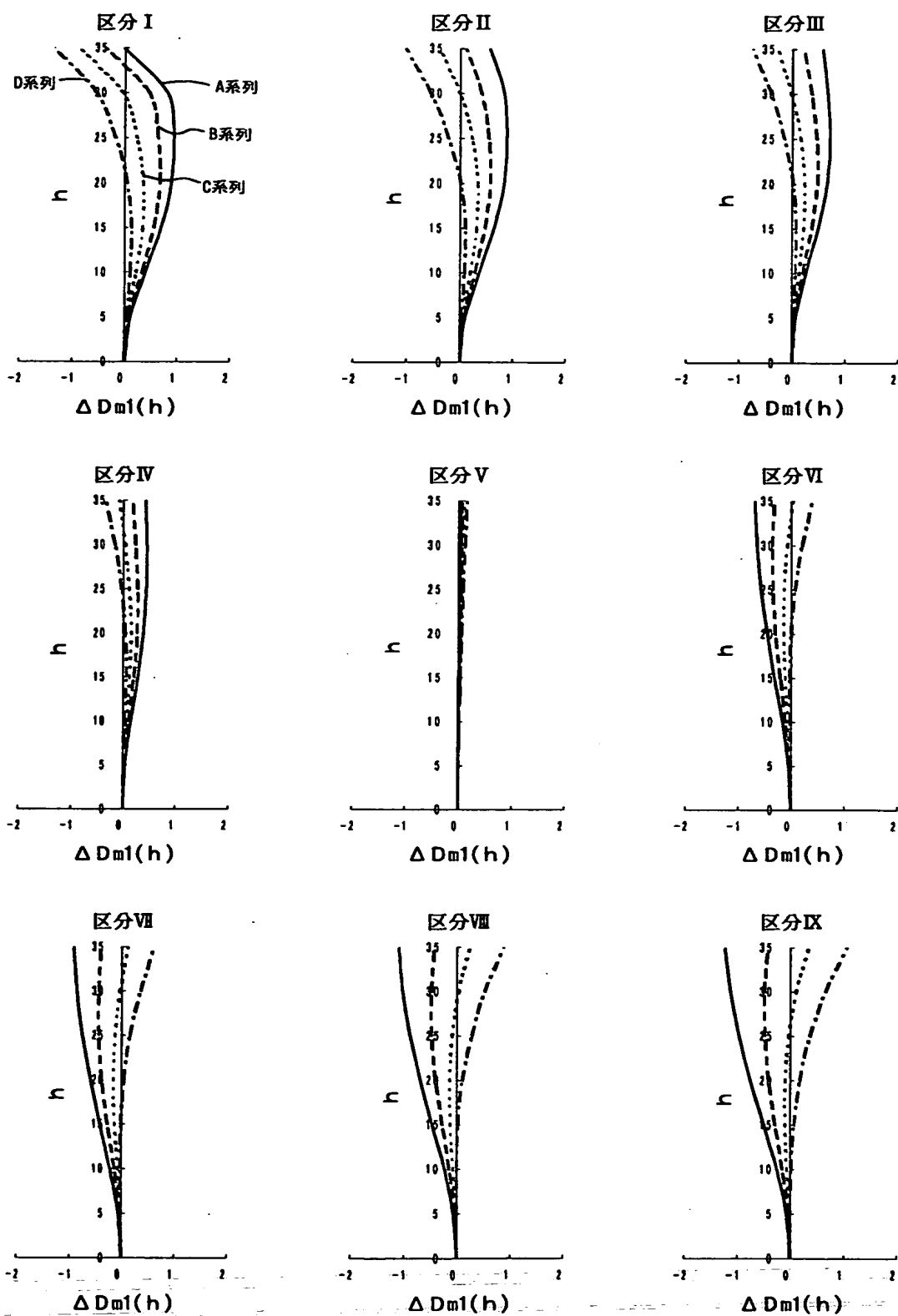
【図 1】



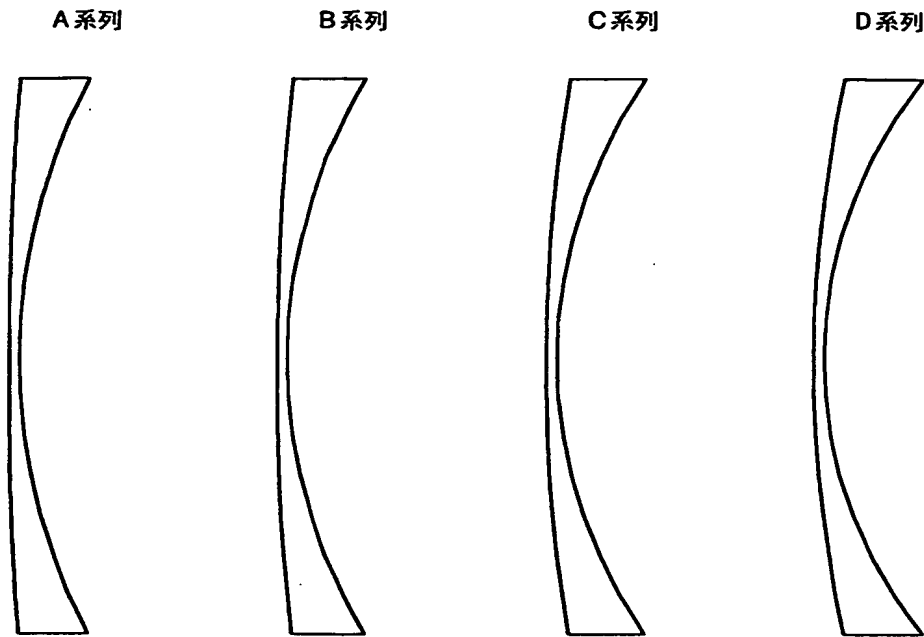
【図 2】



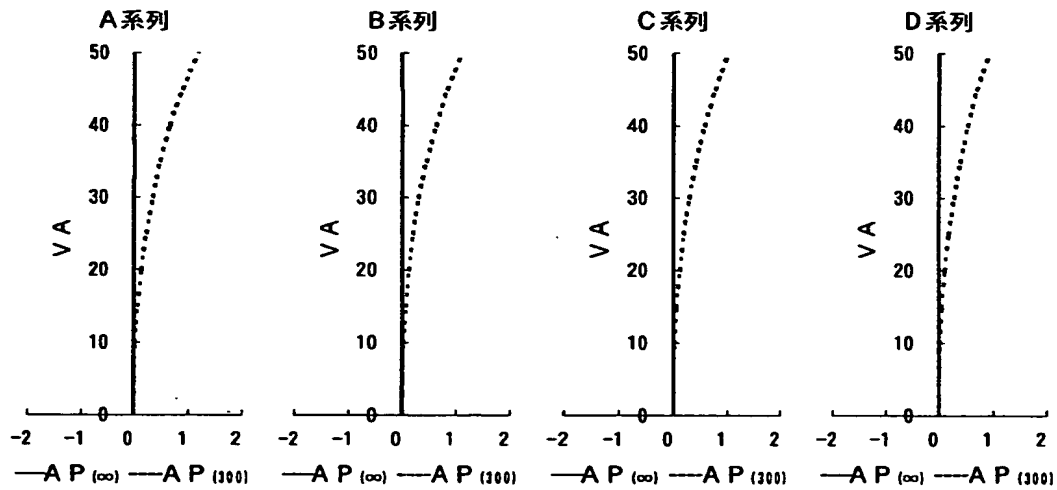
【图 4】



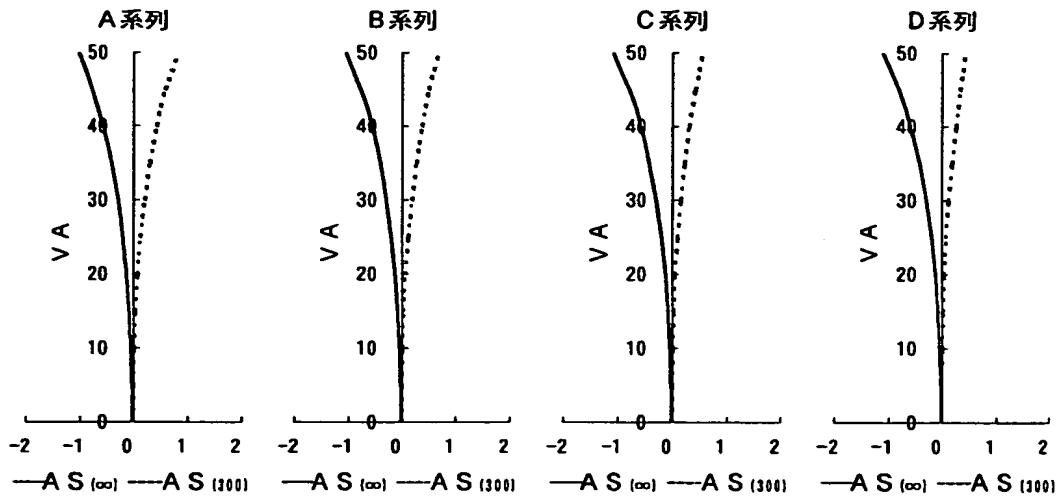
【図 5】



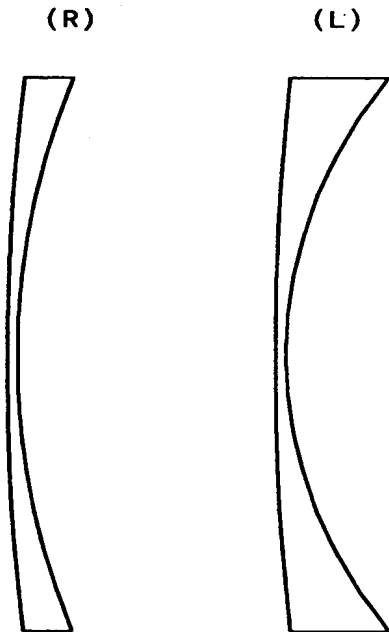
【図 6】



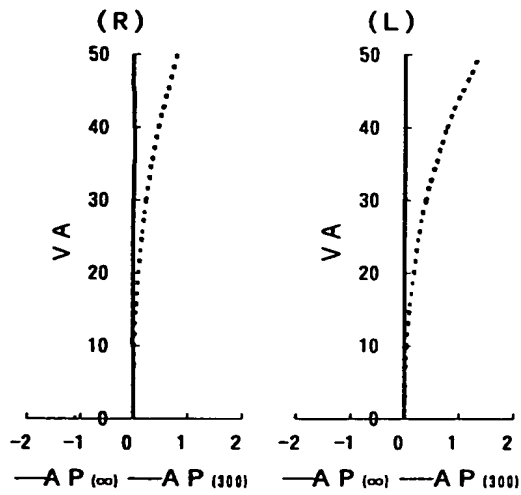
【図 7】



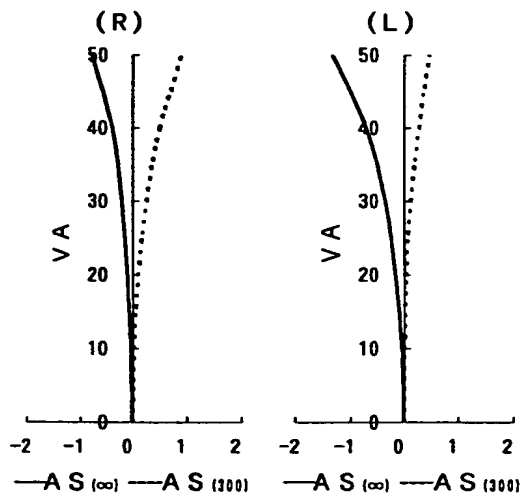
【図 8】



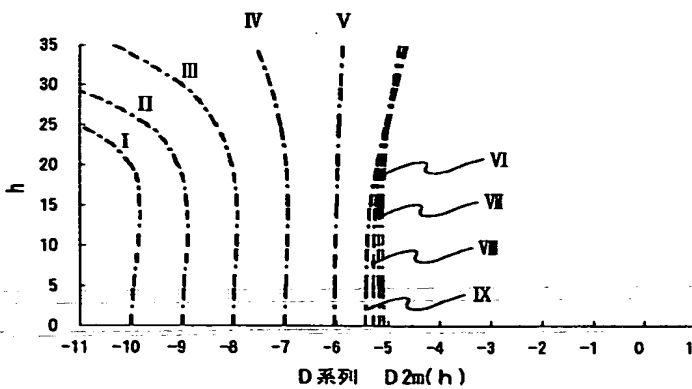
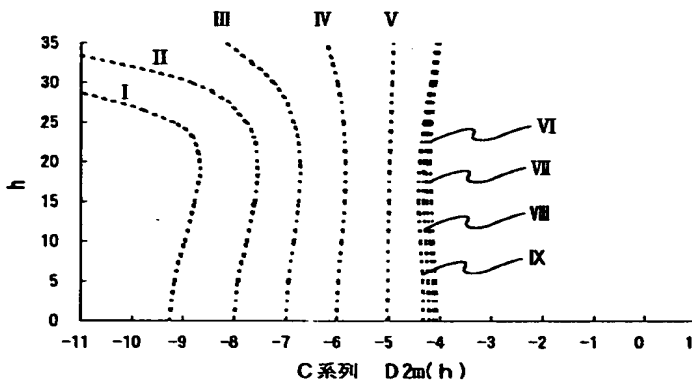
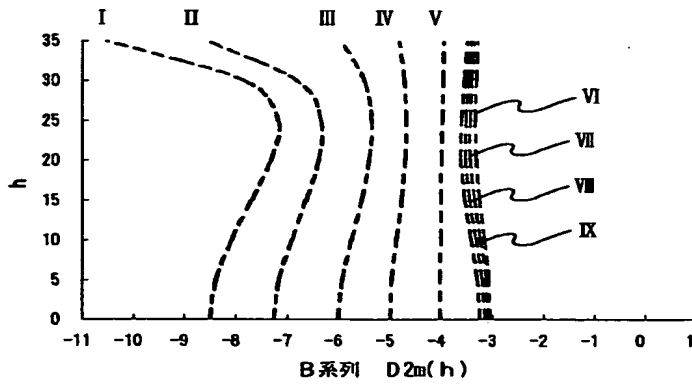
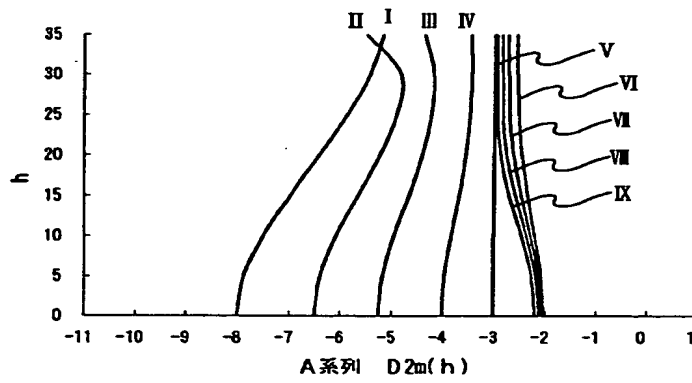
【図9】



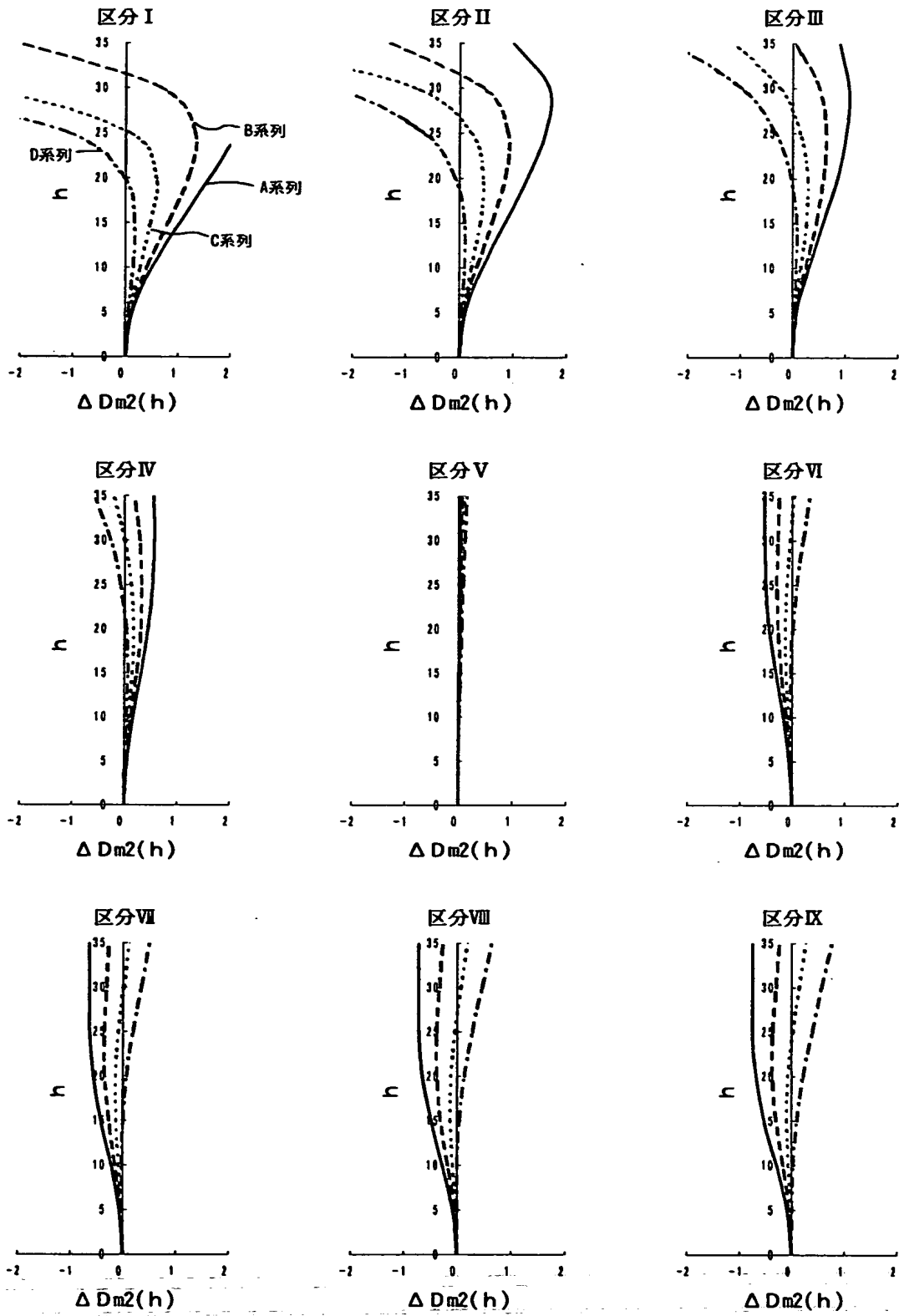
【図10】



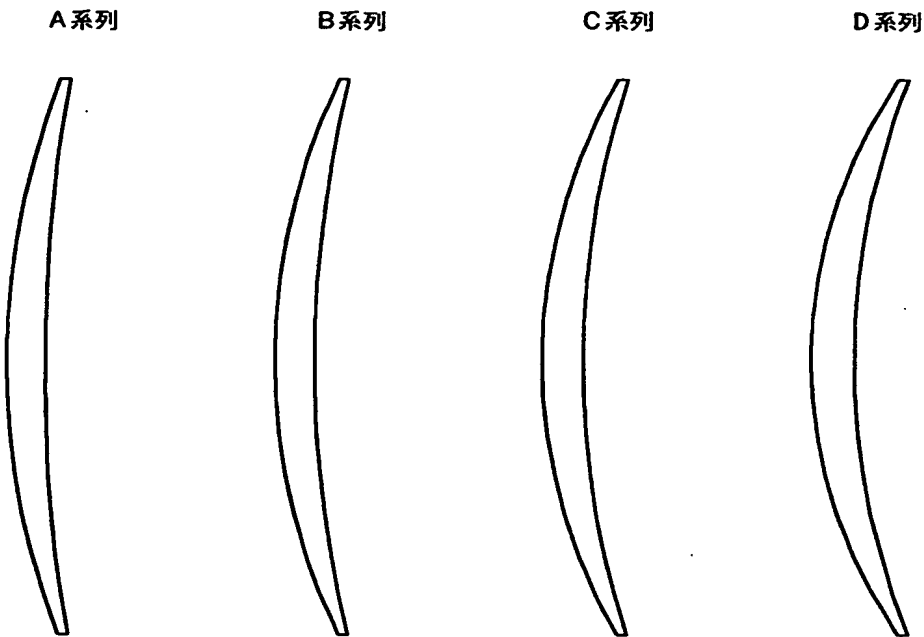
【図 11】



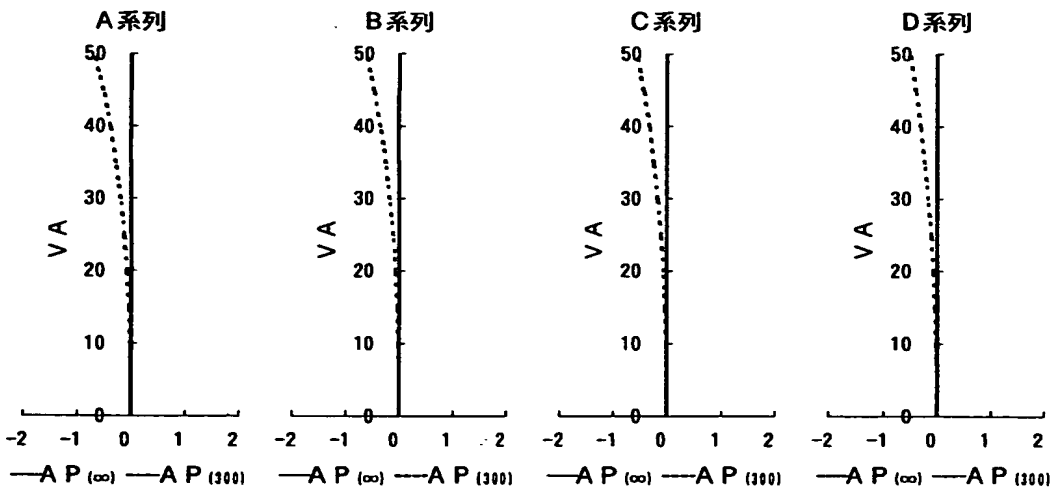
【图 12】



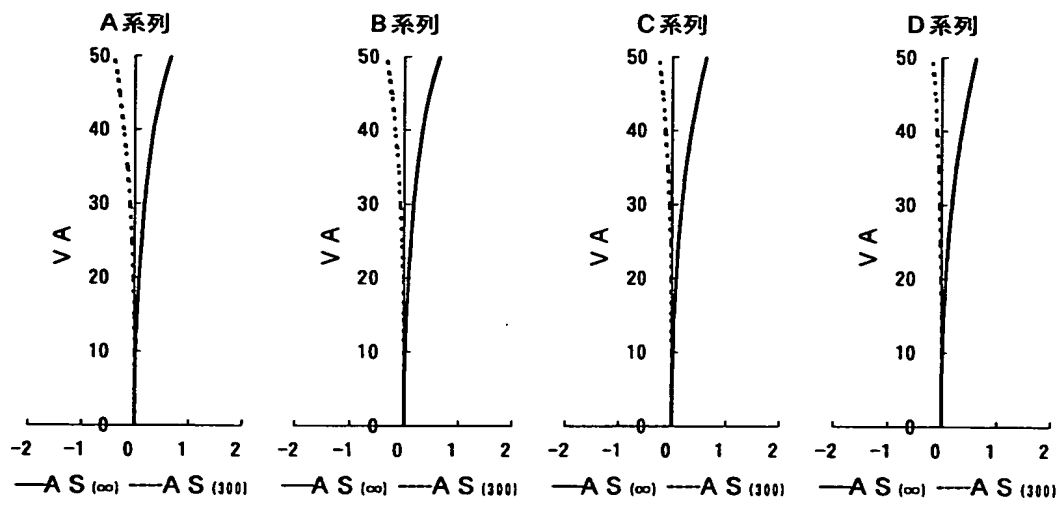
【図13】



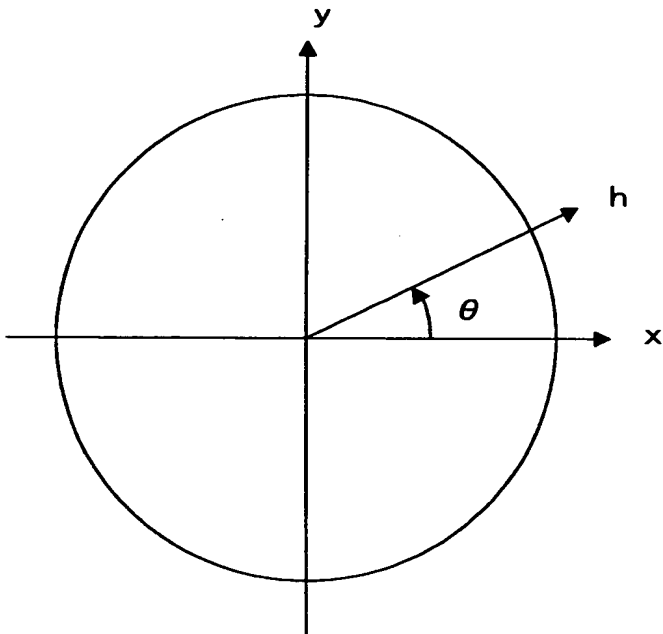
【図14】



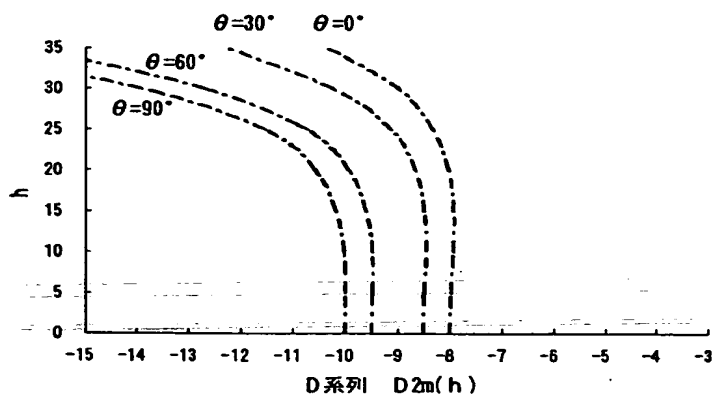
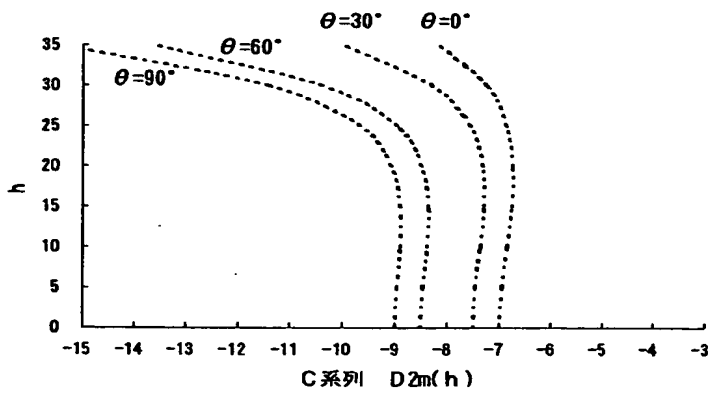
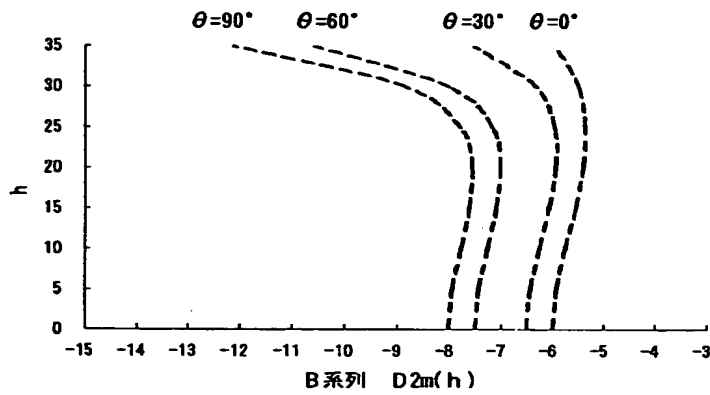
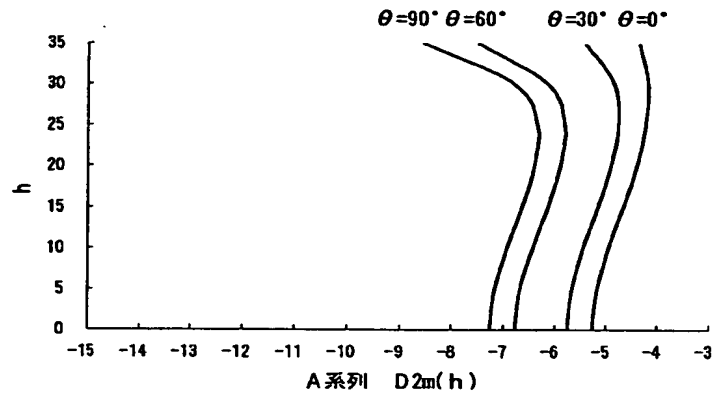
【图 15】



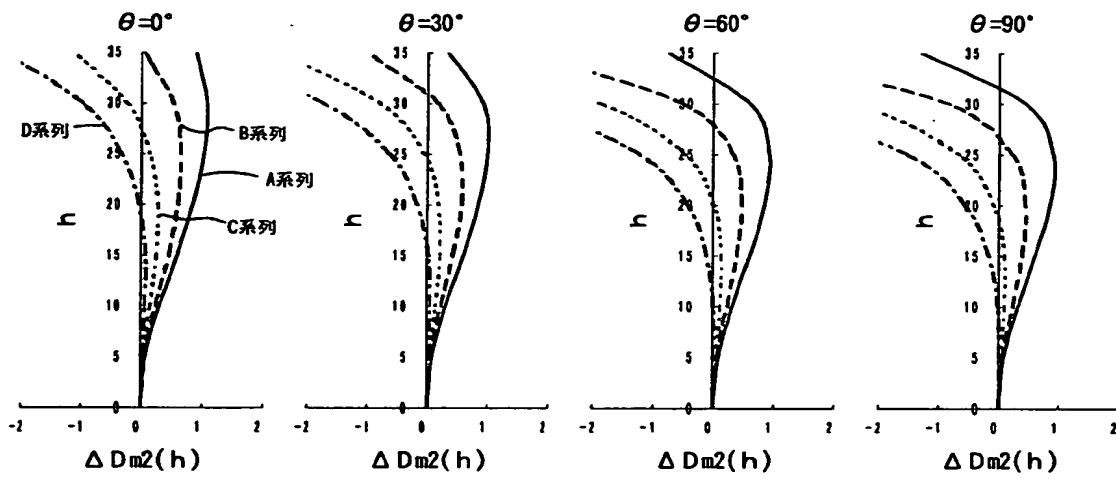
【图 16】



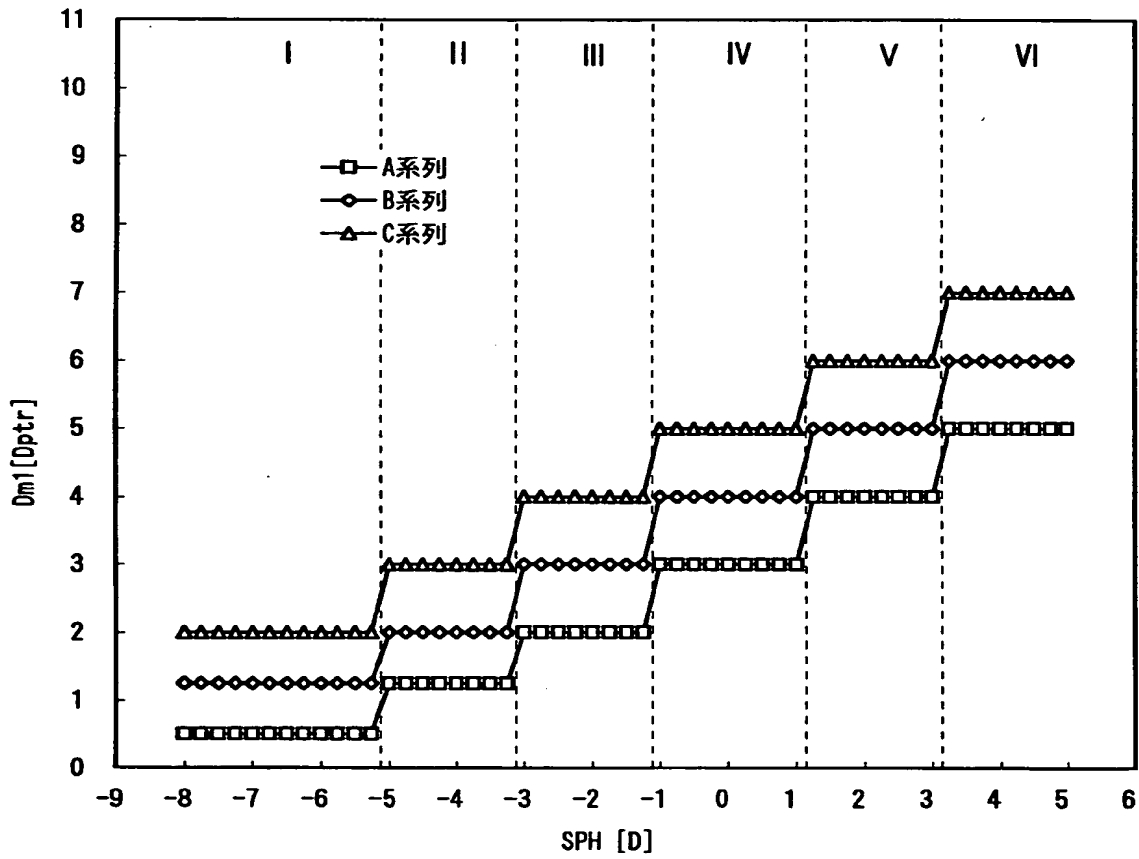
【図 17】



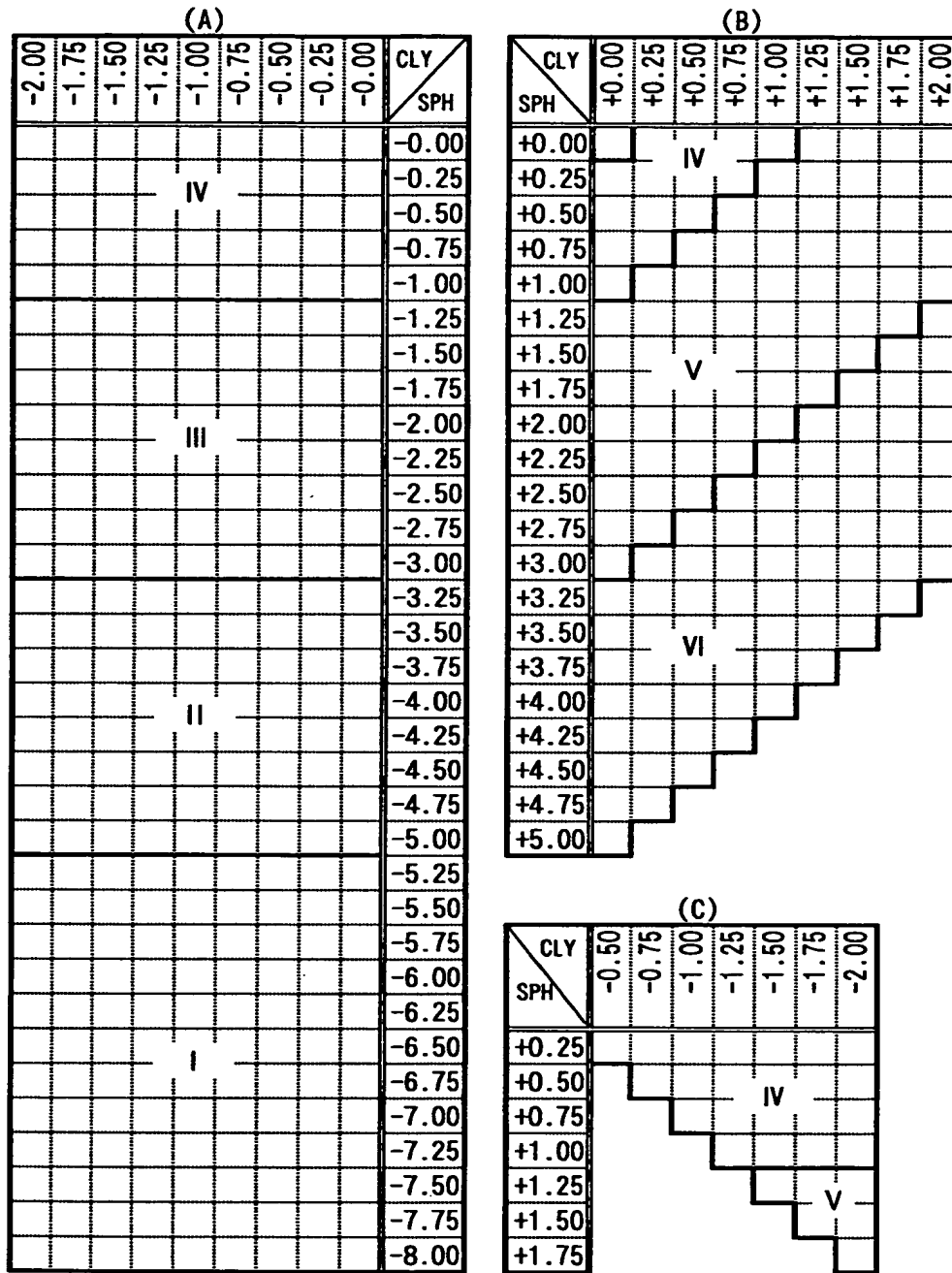
【図 18】



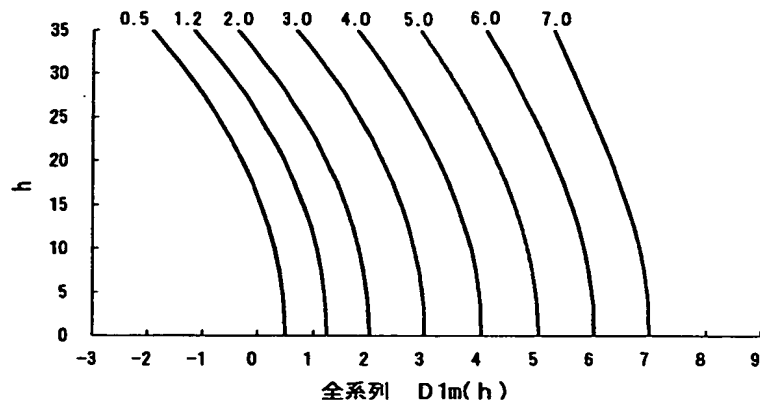
【図 19】



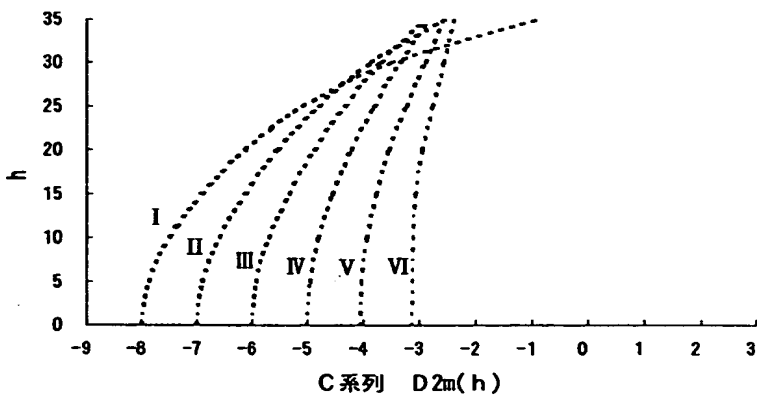
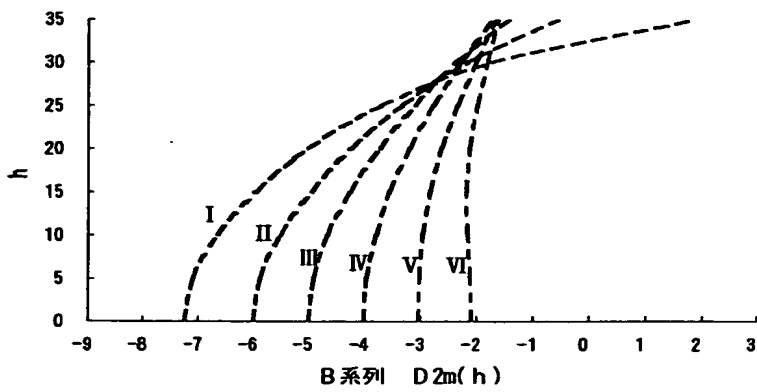
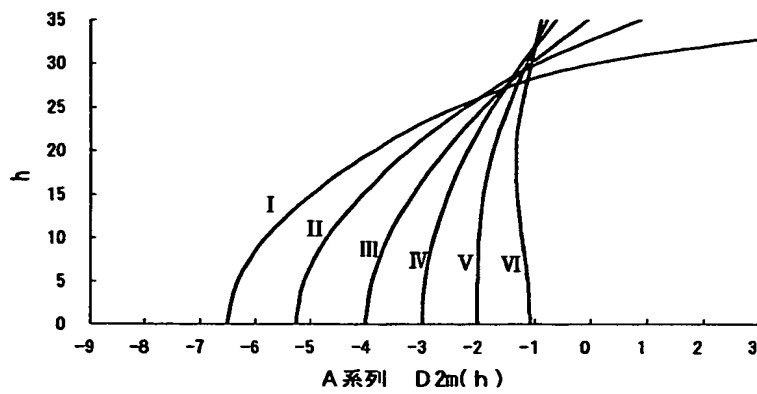
【図 20】



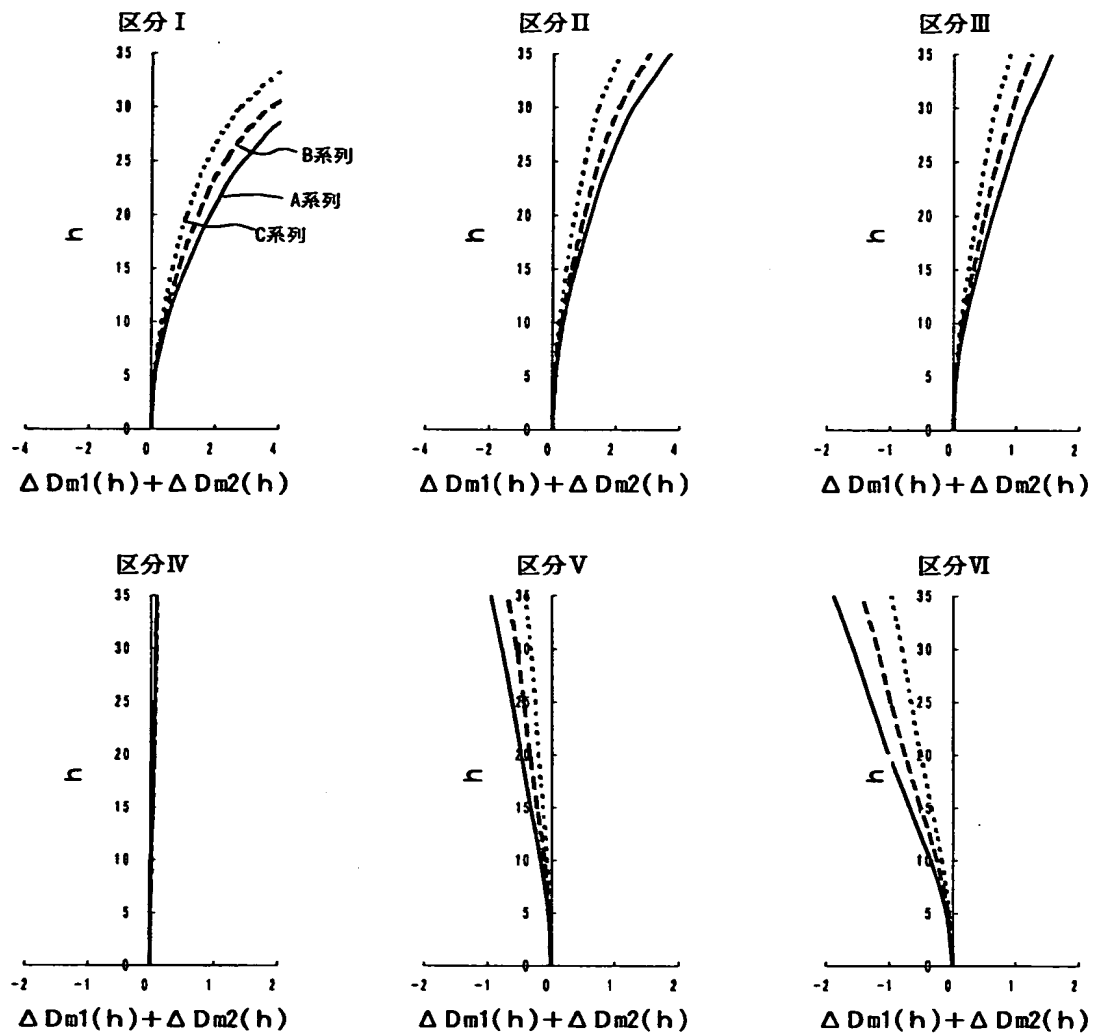
【図 2 1】



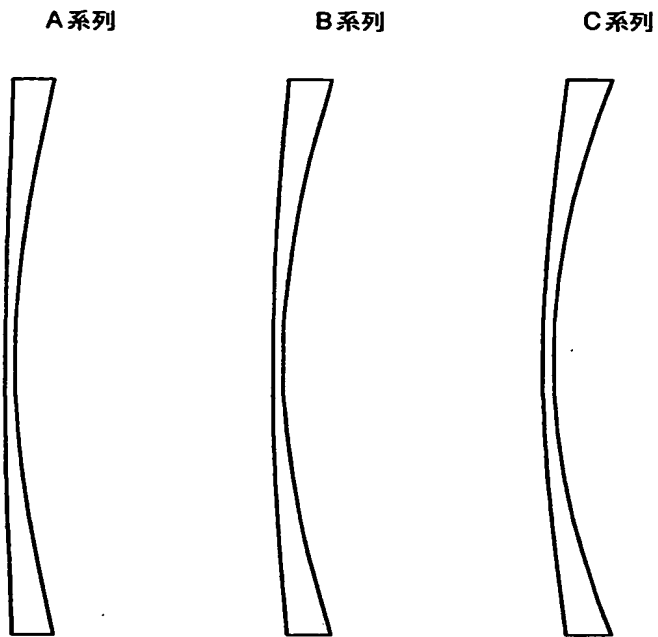
【図 2 2】



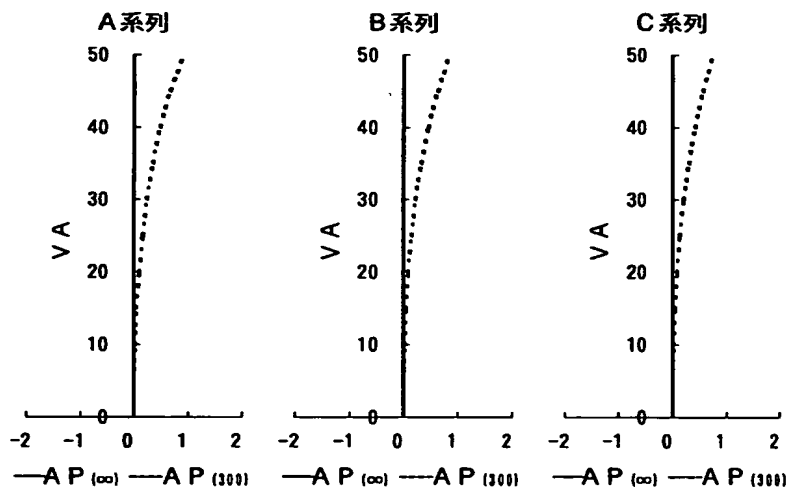
【图 2 3】



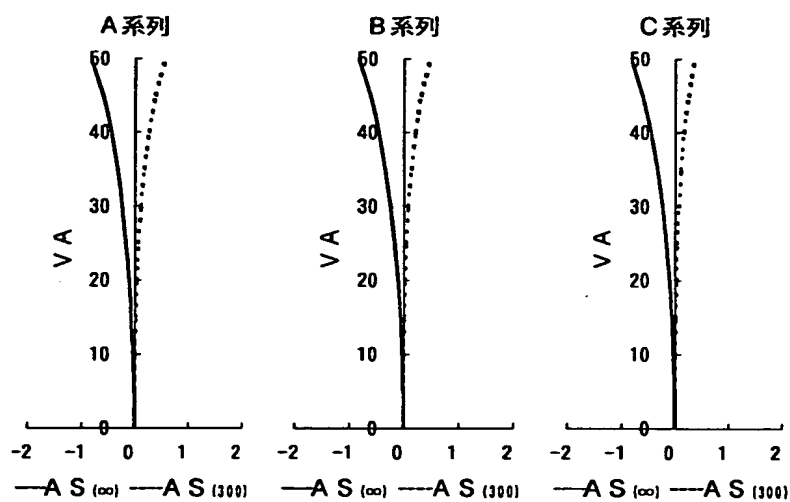
【図 2 4】



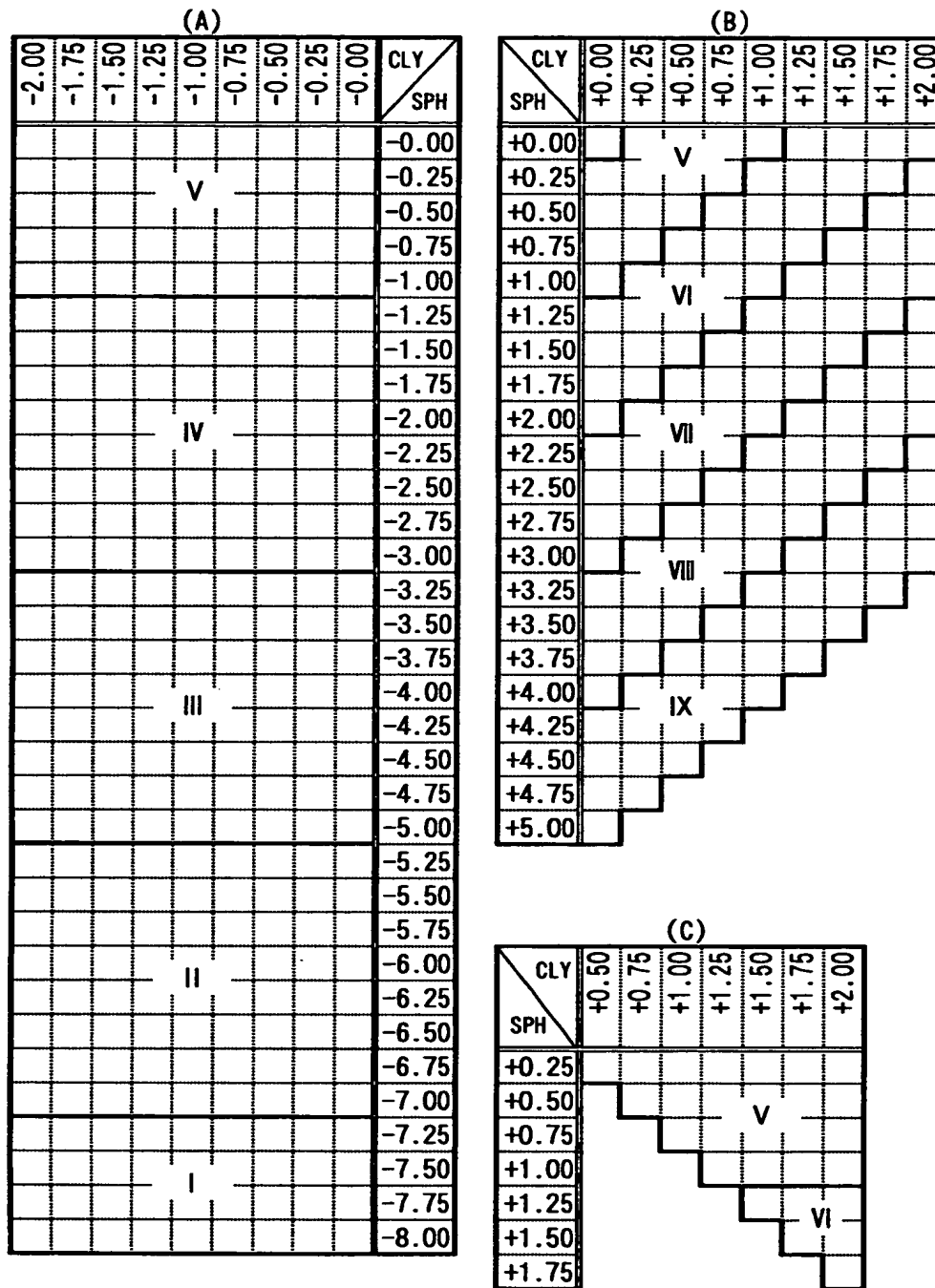
【図 2 5】



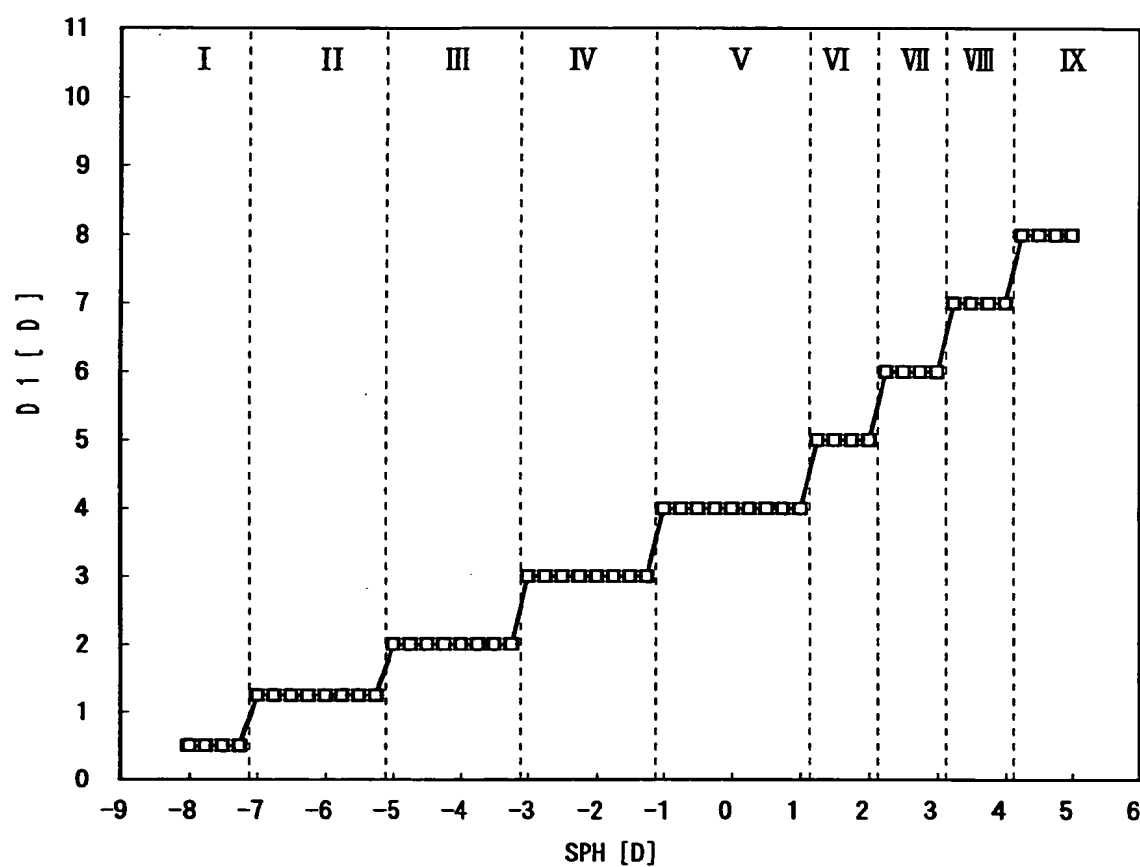
【図 26】



【図27】



【図28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 使用者の嗜好や適応性に合わせた設計を可能とし、かつ、左右の眼鏡レンズの外観を良好に保つこと。

【解決手段】 製造システム 1 0 は、コンピュータ 1 1、入力装置 1 2、表示装置 1 3、非球面加工機 1 4 から構成される。オペレータは、眼鏡レンズの仕様を入力装置 1 2 から入力する(ステップ S1)。コンピュータ 1 1 は、仕様に基づいて頂点屈折力の区分を確定し(ステップ S2)、区分内の複数の被加工レンズをリストアップする(ステップ S3)。ステップ S4 では、使用者の嗜好や適応性に合わせてベースカーブを選択する。コンピュータ 1 1 は、内面の形状データを求める(ステップ S5)。オペレータが選択された被加工レンズを非球面加工機 1 4 にセットし、開始指令を入力すると、コンピュータ 1 1 は求めた形状データに基づいて非球面加工機 1 4 を制御し、内面を加工する(ステップ S6)。

【選択図】 図 1

特2000-203590

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-203590
受付番号	50000843804
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成12年 7月 6日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成12年 7月 5日

次頁無

特2000-203590

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000527]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都板橋区前野町2丁目36番9号
氏 名	旭光学工業株式会社